

TẠP CHÍ

ISSN 3030-4172

# CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXIII SỐ 2-2024



- » THỰC TIỄN VÀ TIỀM NĂNG TÁI SỬ DỤNG, TÁI CHẾ ĐẤT ĐÁ THẢI MỎ TỪ HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC THAN CỦA TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM (TKV) TẠI QUẢNG NINH
- » HIỆN TRẠNG TIÊU THỤ THAN VÀ MỘT SỐ CÔNG NGHỆ KHỬ CÁC BON TIỀM NĂNG TRONG KHU VỰC APEC

## MỤC LỤC

### □ KHAI THÁC MỎ

- ❖ Đề xuất phương pháp xác định miền góc dốc via phù hợp với khả năng làm việc của đồng bộ thiết bị cơ giới hóa khai thác via thoải đến nghiêng Lê Văn Hậu, Trần Đức Dậu 4
- ❖ Nghiên cứu đề xuất giải pháp cảnh báo sớm rủi ro, sự cố bằng công nghệ IoT trong khai thác than hầm lò Nguyễn Duyên Phong và nnk 10

### □ CƠ KHÍ, CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng biên dạng cánh rotor ly tâm tới vận tốc vật liệu và công suất dẫn động của máy nghiền đập trực đứng (VSI) dùng trong sản xuất cát nhân tạo từ đá thải mỏ Nguyễn Đăng Tấn, Tạ Ngọc Hải 17

### □ THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Khả năng tái sử dụng nước thải mỏ than làm nguồn nước cấp cho sinh hoạt và sản xuất ở tỉnh Quảng Ninh Đỗ Văn Bình và nnk 26

### □ ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ❖ Lựa chọn giải pháp và tích hợp công nghệ trắc địa phù hợp phục vụ đào lò đối hướng ở mỏ than hầm lò Hạ Long Võ Ngọc Dũng 32

### □ KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Kinh tế tuần hoàn - từ lý thuyết đến thực tiễn Võ Chí Mỹ và nnk 39
- ❖ Thực tiễn và tiềm năng tái sử dụng, tái chế đất đá thải mỏ từ hoạt động khai thác than của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) tại Quảng Ninh Đỗ Mạnh Dũng và nnk 46
- ❖ Hiện trạng tiêu thụ than và một số công nghệ khử các bon tiềm năng trong khu vực APEC Phùng Quốc Huy 57

### □ TIN TỨC, SỰ KIỆN

- ❖ Chúc mừng sinh nhật Ông Trần Minh Huân tròn 80 tuổi CNM 68
- ❖ Than Nam Mẫu - 25 năm nhìn lại và tiến lên phía trước Hoàng Khương 69
- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM 71
- ❖ Tin ngành mỏ thế giới Kiều Kim Trúc 88

**PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ**  
TẠ NGỌC HẢI

**THƯ KÝ KIỂM TRỊ SỰ**  
KIỀU KIM TRÚC

**BAN BIÊN TẬP**  
TRẦN TÚ BA  
NGUYỄN BÌNH

NGUYỄN TIẾN CHỈNH  
NHỮ THỊ KIM DUNG  
VÕ TRỌNG HÙNG

LƯƠNG QUANG KHANG  
NGUYỄN THÚY LAN  
NGUYỄN HỒNG MINH

LÊ ĐỨC PHƯƠNG  
ĐÀO ĐẮC TẠO  
TRẦN VĂN TRẠCH

**HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP**  
PHÙNG MẠNH ĐẮC  
ĐINH NGỌC ĐĂNG

HỒ SĨ GIAO  
TRẦN XUÂN HÀ  
TRẦN XUÂN HÒA

PHÙNG QUỐC HUY  
VÕ CHÍ MỸ  
BÙI XUÂN NAM

NGUYỄN CẢNH NAM  
PHAN NGỌC TRUNG

**TÒA SOẠN**  
Số 226 Đường Lê Duẩn,

Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 36649158; 36649159

Fax: (844) 36649159

Email: tccongnghiepmo@gmail.com

Website: http://vinamin.vn

**Giấy phép xuất bản số:**  
376/GP-BTTTT  
của Bộ Thông tin và Truyền thông  
ngày 13/7/2016

**Ảnh Bìa 1.**Khai trường mỏ than Hà Tu  
(Ảnh vinacommin.vn)

\* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia  
Điện thoại: 02437326436

\* Nộp lưu chiếu: Tháng 4 năm 2024

## CONTENTS

### MINING

- ❖ Proposal of a methodology for identifying the optimal coal seam inclination range suitable for the operation capabilities of mechanized complexes for mining gently inclined to medium inclined coal seams  
Le Van Hau, Tran Duc Dau 4
- \*Research to proposal solutions for early warning of risks and incidents using IoT technology in underground coal mining  
Nguyen Duyen Phong et al 10

### MECHANICAL ENGINEERING, MINING ELECTROMECHANICS

- ❖ Research on the influence of centrifugal rotor blade profile tilt angle on material velocity and driving power of vertical shaft crusher (VSI) used in producing artificial sand from mine waste rock  
Nguyen Dang Tan, Ta Ngoc Hai 17

### VENTILATION, SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

- ❖ Possibility of reuse of coal mine wastewater as a source of water supply for households and production in Quang Ninh province  
Do Van Binh et al 26

### GEOMECHANICS, GEOMATICS, GEOLOGY, GEODESY

- ❖ Selecting suitable solution and integrated mine-surveying technologies for serving tunnel driving with oncoming working faces in Ha Long underground coal mine  
Vo Ngoc Dung 32

### ECONOMICS, MANAGEMENT

- ❖ Circular economy - From theory to practice  
Vo Chi My et al 39
- ❖ Reality and potential for reuse and recycling of mine waste rocks from coal mining activities of Vietnam National Coal-Mineral Industries Holding Corporation Limited (Vinacomin) in Quang Ninh  
Do Manh Dung et al 46
- ❖ Current status of coal consumption and potential decarbonisation technologies in the APEC region  
Phung Quoc Huy 57

### NEWS AND EVENTS

- ❖ Happy 80<sup>th</sup> Birthday to Mr. Tran Minh Huan  
CNM 68
- ❖ Vinacomin- Nam Mau coal company - Evaluating 25 years of development and moving forward  
Hoang Khuong 69
- ❖ Vietnam mining industry's news  
CNM 71
- ❖ World mining industry's news  
Kieu Kim Truc 88

#### CHIEF EDITOR IN CHARGE

TA NGOC HAI

#### EDITORIAL SECRETARY & MANAGER

KIEU KIM TRUC

#### EDITORIAL BOARD

TRAN TU BA

NGUYEN BINH

NGUYEN TIEN CHINH

NHU THI KIM DUNG

VO TRONG HUNG

LUONG QUANG KHANG

NGUYEN THUY LAN

NGUYEN HONG MINH

LE DUC PHUONG

DAO DAC TAO

TRAN VAN TRACH

#### EDITORIAL COUNCIL

PHUNG MANH DAC

ĐINH NGOC DANG

HO SI GIAO

TRAN XUAN HA

TRAN XUAN HOA

PHUNG QUOC HUY

VO CHI MY

BUI XUAN NAM

NGUYEN CANH NAM

PHAN NGOC TRUNG

#### EDITORIAL OFFICE

226 Le Duan Rd., Dong Da Dist., Hanoi

Phone: 36649158; 36649159

Fax: (844) 36649159

Email: [tccongnghipmo@gmail.com](mailto:tccongnghipmo@gmail.com)

Website: <http://vinamin.vn>

#### \*License

376/GP-BTTTT Ministry of Information and Communications, issued on July 13 th, 2016

\* Printed at Tran Gia Printing and

Trading Company Ltd.024

Phone: 02437326436

\*Legally deposited: in April 2024



# LỰA CHỌN GIẢI PHÁP VÀ TÍCH HỢP CÔNG NGHỆ TRẮC ĐỊA PHÙ HỢP PHỤC VỤ ĐÀO LÒ ĐỐI HƯỚNG Ở MỎ THAN HÀM LÒ HẠ LONG

**Võ Ngọc Dũng**  
 Trường Đại học Mở - Địa chất  
 Email: vongocdung@humg.edu.vn

## TÓM TẮT

Trong quá trình xây dựng và mở rộng mỏ, nhằm mục đích tăng diện công tác đào lò để rút ngắn thời gian, phương pháp đào lò đối hướng thường được áp dụng. Cho hướng đào lò đối hướng là một nội dung công tác quan trọng đòi hỏi phải lựa chọn các giải pháp kỹ thuật và thiết bị phù hợp. Mọi sai sót, nhầm lẫn hoặc giải pháp công nghệ không phù hợp, không đủ độ chính xác sẽ làm cho hai gương lò đối hướng không gặp nhau, gây đình trệ sản xuất, tổn thất kinh phí thậm chí nguy hiểm chết người. Bài báo giới thiệu kết quả lựa chọn các giải pháp công nghệ và thiết bị phù hợp, tối ưu bảo đảm quá trình thi công thành công công trình đối hướng ở mỏ than Hạ Long với độ chính xác thông hướng  $M_p = \pm 0.150$  m.

**Từ khóa:** Mỏ than Hạ Long, đào lò đối hướng, tích hợp công nghệ trắc địa.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đào lò đối hướng là một trong những nội dung quan trọng trong lĩnh vực xây dựng đường hầm và khai thác mỏ hầm lò. Đào lò đối hướng tiết kiệm được thời gian, đưa nhanh công trình vào sản xuất và nâng cao hiệu quả kinh tế. Đối hướng là công trình quan trọng trong mỏ, mọi sai sót, nhầm lẫn và không thực hiện nghiêm chỉnh các yêu cầu về kỹ thuật đo đạc và tính toán, sẽ làm cho hai gương lò đối hướng không gặp nhau, gây đình trệ và đảo lộn các phương án kỹ thuật, tổn thất kinh phí thậm chí nguy hiểm chết người. Do đó, nghiên cứu kỹ các đặc điểm của công trình đối hướng để lựa chọn các giải pháp công nghệ và thiết bị phù hợp phục vụ các nội dung cho hướng và dẫn hướng đào lò là nhiệm vụ quan trọng đảm bảo sự thành công của công trình đào lò đối hướng.

Theo kế hoạch sản xuất của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV), sản lượng than khai thác đến năm 2021 của mỏ than hầm lò Hạ Long tại khu vực Khe Chàm là 1.000.000 tấn/năm [10]. Để đáp ứng mục tiêu này, cần phải mở rộng địa điểm khai thác ở khu vực vỉa 9, vỉa 10 khu IV Khe Chàm [8]. Tuy nhiên, mục tiêu sản xuất này chỉ có thể đạt được khi hệ thống thông gió và vận tải được xây dựng và nâng cấp. Ngoài ra, việc xây dựng giếng nghiêng vận tải từ mức -350 m lên mức -250 m sử dụng phương pháp đào đối hướng cần được thực hiện nhằm mục đích nối Khe Chàm I với Khe Chàm IV [8]. Công trình này được coi là

điều kiện cần thiết để thực hiện các nhiệm vụ quan trọng như thông gió, vận chuyển vật liệu trong quá trình đào lò và khai thác tại Khe Chàm IV. Đây là công trình đào đối hướng phức tạp, cần được thực hiện chính xác theo cả trong mặt phẳng thẳng đứng và mặt phẳng nằm ngang. Công trình đối hướng đi qua các khu vực trong điều kiện địa chất phức tạp, thông số độ cứng của đá lớn (từ 4 đến 6), và đi qua các vỉa than [4]. Vì vậy, cần phải phân tích tổng thể và lựa chọn giải pháp trắc địa tối ưu để đảm bảo đường lò được đào chính xác theo mặt phẳng nằm ngang (X, Y), cao độ (H), và độ dốc (i).

Trong bài báo này, đề xuất phương án trắc địa tối ưu cho việc xây dựng đường lò vận tải từ - 350 m đến - 250 m, nối Khe Chàm I với Khe Chàm IV (Hình 1). Địa điểm này nằm ở phía bắc của một số mỏ than lộ thiên như Cọc Sáu, Cao Sơn và Đèo Nai. Công ty than Hạ Long là đơn vị được cấp phép khai thác than tại khu vực này.



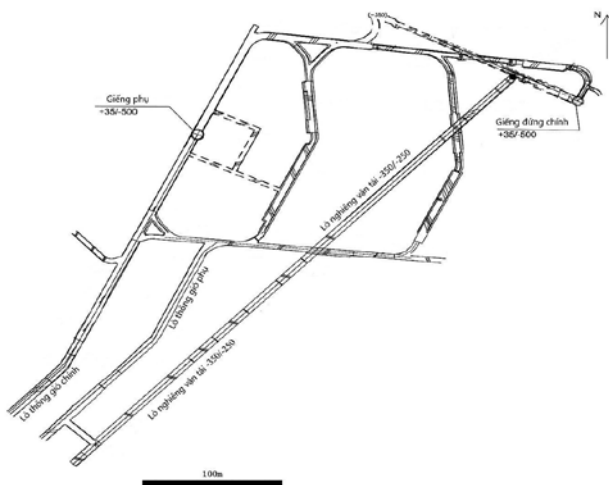
Hình 1. Vị trí địa lý của Khe Chàm I và IV



## 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

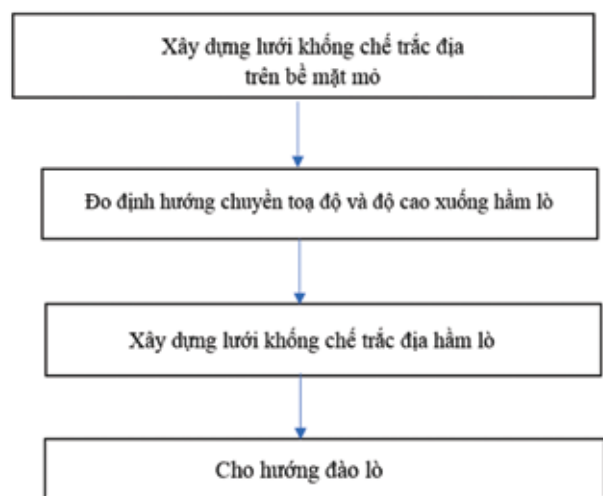
### 2.1. Phương pháp xây dựng đường lò vận tải

Phương án đào lò vận tải từ mức -350 m lên -250 m để kết nối Khe Chàm I và Khe Chàm IV được mô tả như sau: Từ đường lò XV trước đây đã xây dựng ở mức -250 m, xây dựng đường lò vận tải nối với lò vận tải chính ở mức -350 m để thông gió và vận chuyển Khe Chàm IV và Khe Chàm I. Mục đích của công trình này nhằm mở rộng diện tích đào và rút ngắn thời gian thi công xuống mức -350 m của công trình Khe Chàm II-IV. Đường lò



Hình 2. Bản đồ đường lò mở Khe Chàm

với các đường băng tải giữa mức -250 m và -350 m là công trình đầu tiên nối Khe Chàm II-IV với Khe Chàm I, nhằm mục tiêu kết nối hệ thống thông gió và vận tải của toàn bộ khu vực Khe Chàm II-IV trong suốt quá trình vận chuyển. Công tác đào lò và xây dựng cơ bản của dự án Khe Chàm II-IV do Công ty than Hạ Long thực hiện. Sau khi hoàn thành thi công đường lò -350/-250, hệ thống băng tải B1000, hệ thống tời ray P24 khổ đường 900 mm sẽ được lắp đặt để vận chuyển than, thiết bị, công nhân từ mức -350 m đến -250 m, nhằm đáp ứng năng lực vận tải được thiết kế (Hình 2).



Hình 3. Quy trình công tác trắc địa phục vụ thi công công trình đối hướng mỏ than Hạ Long

### 2.2. Giải pháp trắc địa cho đào lò đối hướng

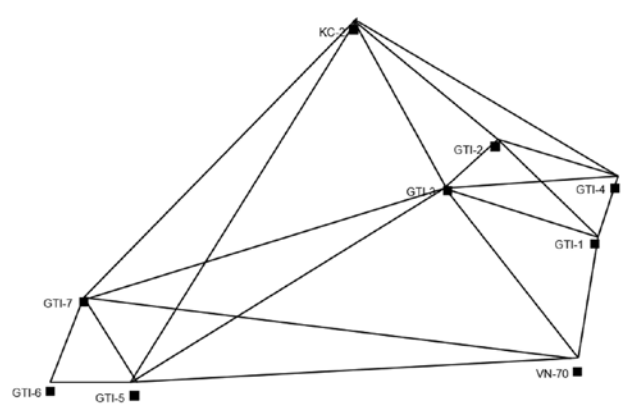
Công tác đào đối hướng đường lò vận tải là dạng công việc đặc biệt đòi hỏi kỹ thuật trắc địa, bao gồm cả công tác đo đạc thực địa và xử lý dữ liệu đo phải được thực hiện với độ chính xác cao. Trong nghiên cứu này, một quy trình đo đạc tối ưu đã được đề xuất (Hình Hình 3).

### 2.3. Xây dựng lưới khống chế trên bề mặt mỏ

Trên mặt đất, gần miệng giếng đứng, một lưới khống chế trắc địa được xây dựng bằng công nghệ GNSS. Lưới GNSS bao gồm 9 điểm với đồ hình được phân bố hợp lý (Hình 4) và vị trí của chúng thuận lợi cho công tác định hướng [9]

### 2.4. Đo định hướng chuyển tọa độ xuống hầm lò

Đo định hướng là công tác đo chuyển từ trên mặt đất xuống hầm lò nhằm xác định tọa độ phẳng



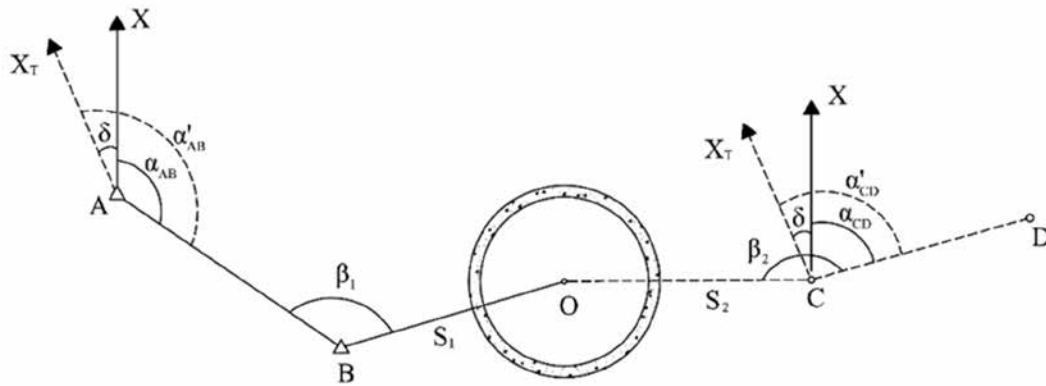
Hình 4. Lưới khống chế trên bề mặt mỏ [9]

và góc phương vị cho điểm đầu tiên và cạnh đầu tiên của lưới khống chế trắc địa hầm lò, tạo nên sự liên hệ hình học giữa mạng lưới trắc địa trên mặt đất và mạng lưới trắc địa dưới hầm lò. Độ chính xác tọa độ điểm đầu tiên và phương vị cạnh đầu



tiên là nhân tố quan trọng quyết định độ chính xác của lưới khống chế hầm lò - cơ sở trực tiếp cho công tác cho hướng, dẫn hướng và kiểm tra trong suốt quy trình thi công đối hướng mỏ Khe Chàm. Mặt khác, do không có điều kiện tiếp cận từ hai phía, lưới khống chế khu vực này chỉ có thể thực hiện dưới dạng đường chuyền treo [5]. Trong khu vực Khe Chàm IV, có một giếng đứng nên phương pháp định hướng được thực hiện với phương pháp

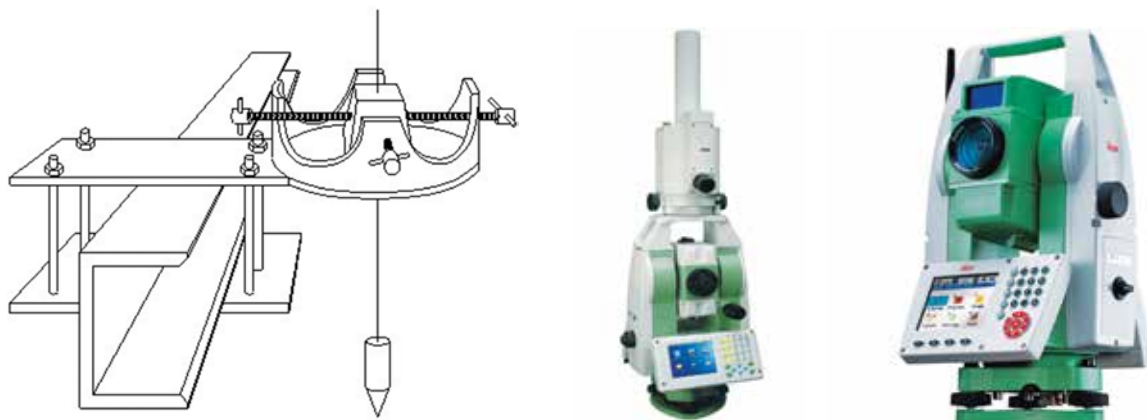
chiếu điểm một dây dọi và đo nối bằng công nghệ con quay (Hình 5). Mặc dù đã sử dụng số lượng và trọng lượng quả nặng đủ lớn nhưng do giếng đứng có độ sâu khá lớn (550 m), lượng gió trong giếng thổi mạnh tạo nên sự dao động của quả dọi. Biên độ dao động và vị trí đứng yên của quả dọi đã được quan trắc bằng máy Leica Flexline TS09. Kết quả tính toán vị trí đứng yên của quả dọi đã được xác định và cố định bằng đĩa định vị (Hình 6a).



Hình 5. Sơ đồ đo định hướng qua giếng đứng.

Góc phương vị cạnh khởi đầu của lưới khống chế hầm lò được xác định bằng máy kinh vĩ con quay GTA1800R với độ chính xác  $m_a = \pm 10''$  (Hình 6b). Các đại lượng góc bằng và chiều dài cạnh trong lưới

khống chế hầm lò được đo bằng máy Leica FlexLine TS09 với độ chính xác đo góc:  $m_\beta = \pm 1''$  và đo cạnh là  $m_d = \pm 1.5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$  cho chế độ có gương và  $m_d = \pm 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$  ở chế độ đo không gương (Hình 6.c)



Hình 6. (a) Đĩa định vị gắn trên khung thép, (b) Máy kinh vĩ con quay và (c) Máy Leica FlexLine TS09

Góc phương vị cạnh khởi đầu của lưới khống chế hầm lò được xác định bằng máy kinh vĩ con quay, và được tính theo công thức sau:

$$\alpha = \alpha_g + \delta, \text{ độ} \quad (1)$$

Trong đó:  $\alpha_g$ - góc phương vị đo bằng máy kinh vĩ con quay, độ;

$\delta$  – Góc lệch giữa góc phương vị đo bằng máy kinh vĩ con quay và góc phương vị tọa độ, độ;

Để xác định  $\delta$ , tiến hành đo phương vị con quay  $\alpha_g$  của một cạnh giữa hai điểm đã biết tạo độ trong hệ tọa độ VN-2000. Tính phương vị tọa độ của cạnh AB là  $\alpha_{AB}$  theo công thức (2).



$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}, \text{ độ} \quad (2)$$

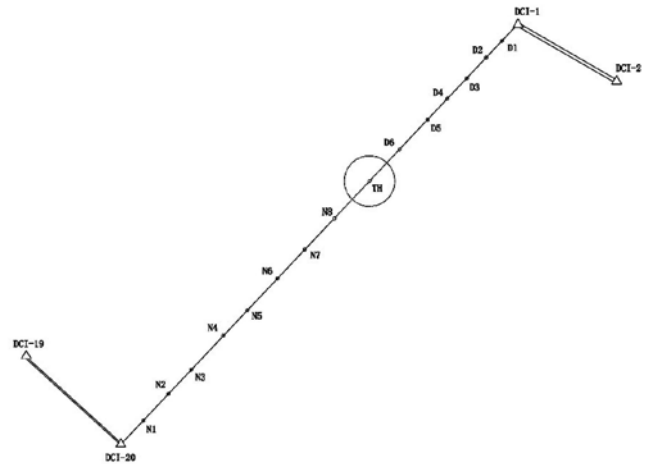
Và góc lệch giữa góc phương vị con quay và phương vị tọa độ sẽ bằng:

$$\delta = \alpha_{AB} - \alpha_g, \text{ độ} \quad (3)$$

## 2.5. Thiết kế lưới khống chế cơ sở hầm lò

Dựa trên bản thiết kế đường lò vận tải, lưới khống chế hầm lò dưới dạng đường chuyền treo được thiết kế, xuất phát từ giếng đứng, và một lưới từ đường lò vận tải chính (Hình 7). Đối với đường chuyền thứ nhất từ giếng đứng, cạnh cơ sở đầu tiên có tọa độ được xác định thông qua đo định hướng qua giếng. Với đường truyền còn lại, từ đường lò vận tải chính, cạnh cơ sở là một trong các cạnh của lưới khống chế cơ sở đã được thành lập từ trước.

Để ước tính độ chính xác của điểm thông hầm và khẳng định độ tin cậy của đường truyền thiết kế, sai số trung phương tọa độ điểm thông hầm được tính theo công thức sau [7]:



Hình 7. Lưới khống chế dưới dạng đường chuyền treo

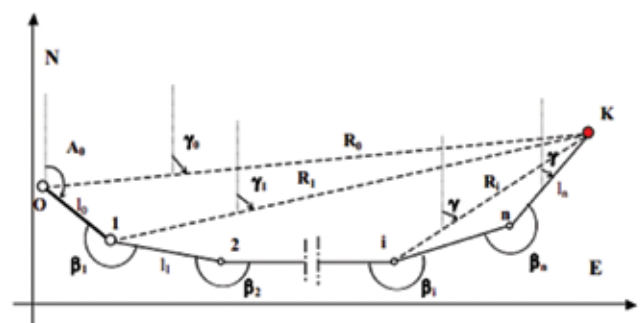
$$\sigma_{Nq}^2 = \sigma_{No}^2 + R_0^2 \sin^2 \gamma_0 \frac{\sigma_{Ao}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n (R_i \sin \gamma_i)^2 \frac{\sigma_{\beta_i}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n \cos^2 A_i \sigma_{l_i}^2 \quad (4)$$

$$\sigma_s^2 = \sigma_{No}^2 + R_0^2 \cos^2 \gamma_0 \frac{\sigma_{Ao}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n (R_i \cos \gamma_i)^2 \frac{\sigma_{\beta_i}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n \sin^2 A_i \sigma_{l_i}^2 \quad (5)$$

Trong đó:  $\sigma_N, \sigma_E$  lần lượt là sai số trung phương tọa độ điểm theo trục tọa độ X và Y (m); R là chiều dài từ điểm thông hầm tới từng điểm của đường truyền (m);  $\gamma_i$  là góc phương vị cạnh nối điểm thông hầm tới các điểm của đường truyền (radian); A là góc phương vị của các cạnh trong đường chuyền (radian).

Từ công thức (3) và (4) có thể thấy rằng:  $R_i \sin \gamma_i$  là phép chiếu đường nối giữa điểm thông hầm và mỗi điểm trong đường truyền xuống trục X, trong khi  $R_i \cos \gamma_i$  là kết quả chiếu xuống trục Y (Hình 8).

Trong đó:  $s_N, s_E$  lần lượt là sai số trung phương tọa độ điểm theo trục tọa độ X và Y, m; R- chiều dài từ điểm thông hầm tới từng điểm của đường truyền, m;  $\gamma_i$  - góc phương vị cạnh nối điểm thông hầm tới các điểm của đường truyền, rad; A- góc phương vị của các cạnh trong đường chuyền, rad.



Hình 8. Phân tích đồ giải độ chính xác đường chuyền treo [7].

Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, đường lò được thiết kế là thẳng, vì vậy lưới khống chế có dạng đường chuyền treo duỗi thẳng (Hình 7). Bên cạnh đó, tất cả các cạnh là bằng nhau, và sai số của điểm nối thông hầm được tính như sau [7]:



$$q = \frac{L}{\rho} \sqrt{\sigma_{A_0}^2 + \sigma_{\beta}^2 \frac{2n^2 + 3n + 1}{6n}}, m \quad (6)$$

Trong đó:

$q$  - Sai số điểm đào thông, m;

$L$  - Chiều dài cạnh đường chuyền (từ điểm định hướng), m;

$\Sigma_{A_0}$  - Sai số trung phương của phương vị định hướng, rad;

$\sigma_{\beta}$  - Sai số trung phương đo góc, rad;

$\rho - 206265''$ ;

$n$  - Số lượng các cạnh hoặc góc đường chuyền.

Sai số theo trục dọc của điểm đào thông được tính như sau:

$$s = \sigma_l \sqrt{n}, m \quad (7)$$

Trong đó:

$S$  - Sai số trung phương theo trục dọc, m;

$\sigma_l$  - Sai số trung phương đo cạnh, m;

$n$  - Số lượng cạnh đường chuyền.

Sai số trung phương điểm đào thông được tính theo công thức sau:

$$M_{TH} = \sqrt{q^2 + s^2}, m \quad (8)$$

Sai số vị trí điểm đào thông hướng có thể được ước tính từ hai đường chuyền. Đường chuyền khởi phát từ giếng đứng và đường truyền khởi phát từ đường lò vận tải chính, lần lượt ta có  $M_{TH1}$  và  $M_{TH2}$ . Giá trị  $M_{TH}$  phải đạt tiêu chuẩn trắc địa Việt Nam [5, 10].  $M_{TH}$  được ước tính từ trước với các giá trị  $L$  và  $n$  được lấy từ đường truyền thiết kế, còn các giá trị sai số trung phương phương vị, cạnh đường truyền, góc đo được xác định từ định hướng qua giếng và lưới khống chế cơ sở hầm lò của mỏ, các thông số của máy toàn đạc điện tử (Leica TS09) [5].

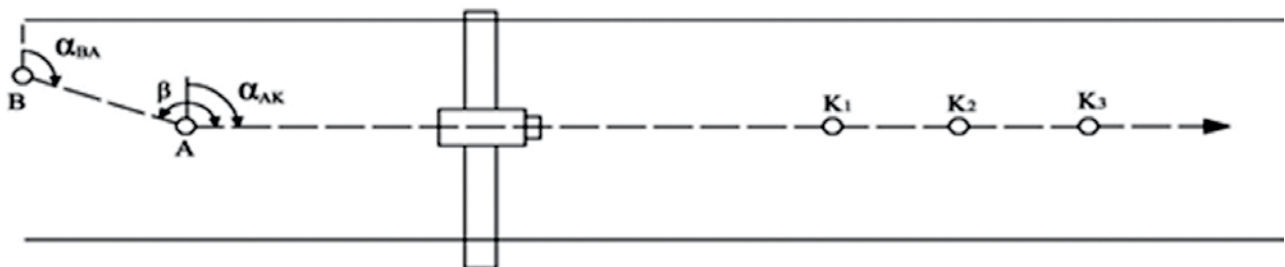
## 2.6. Công tác cho hướng đào lò

Hướng của trục chính của đường lò trong mặt phẳng nằm ngang được xác định bởi góc  $\beta$  được tạo bởi cạnh của đường chuyền và trục chính của đường lò. Hướng của trục đường lò được thực hiện qua chức năng "Setting out" trên máy toàn đạc điện tử theo phương vị đã thiết kế. Sau



Hình 9. Thiết bị laser YBJ-1200.

khi hướng trục của đường lò được thiết lập, nó được cố định bằng thiết bị laser YBJ-1200 (Hình 9) theo bản vẽ thiết kế. Tiếp theo, máy chiếu laser được gắn trên giá đỡ chuyên dụng, để thiết bị chiếu laser có thể di chuyển trên giá đỡ theo hướng vuông góc với trục chính của đường hầm (Hình 10).



Hình 10. Cho hướng sử dụng thiết bị laser YBJ-1200.





	Phương vị cạnh	Phương vị cạnh đầu tiên dưới lò
Tên cạnh	GT4 — IV-2	DCI-19 — DCI-20
Phương vị tính từ tọa độ điểm	152°14'28"	359°18'32"
Phương vị đo bằng máy kinh vĩ con quay GTA1800R	152°30'13"	359°34'17"
Độ lệch phương vị	0°15'45"	0°15'45"

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 1 thể hiện kết quả của công tác định hướng với góc phương vị của cạnh đầu tiên của đường chuyền được đo bằng máy kinh vĩ con quay GTA1800R. Độ lệch của góc phương vị là 15'45". Kết quả này đáp ứng được yêu cầu về độ chính xác theo quy phạm trắc địa mỏ Việt Nam.

Mỗi trạm đường chuyền được kết nối bởi các trạm đo xây dựng khi đường lò phát triển. Với chiều dài 1,0 km, đường chuyền có 15 trạm. Để sử dụng lâu dài, các điểm đường chuyền được bố trí trên nóc lò, trong khi một vài điểm có thể được bố trí dưới nền lò và được xây bằng xi măng. Lưới được bình sai, và kết quả đáp ứng yêu cầu của qui phạm như sau:

- Sai số trung phương tương đối của cạnh:  $\frac{f_s}{S} < \frac{1}{10000}$ ;
- Sai số trung phương đo góc:  $M_\beta < 15''$ ;

Theo sự phát triển của đường lò ở mỗi giai đoạn xây dựng, trắc địa mỏ triển khai các nhiệm vụ như đo và kiểm tra, so sánh sai số đo với sai

số ước tín. Thường xuyên cập nhật tình trạng của công trường, điều chỉnh nhanh chóng hướng sử dụng bản thiết kế. Với quy trình đo đặc hợp lý, công tác xây dựng đường lò vận tải từ mức -350 m đến -225 m đã thành công với độ chính xác cao với sai số thông hướng:

$$Mp = \pm 0.150 \text{ m}$$

4. KẾT LUẬN

Công tác trắc địa mỏ đóng một vai trò quan trọng trong các công việc đào lò đặc biệt như đào lò đối hướng. Việc đào lò đối hướng nối Khe Chàm II với Khe Chàm IV là một công việc phức tạp. Một giải pháp trắc địa hợp lý trong đó thiết lập lưới khống chế mặt đất bằng công nghệ GNSS, đo định hướng và độ cao bằng phương pháp kinh vĩ con quay kết hợp trực, thiết lập lưới khống chế cơ sở hầm lò và định hướng bằng thiết bị laser là những yếu tố then chốt để hoàn thành công trình lò vận tải với hiệu suất và độ chính xác cao □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty than Hạ Long (2018), Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam: Phê duyệt quy hoạch xây dựng mạng lưới khống chế trắc địa, mạng lưới công trình ngầm, bản đồ địa hình vùng Khe Chàm. Hà Long.

2. Công ty than Hạ Long (2021), Thiết kế xây dựng giếng nghiêng vận tải từ mức -350 m đến -250 m cho dự án Khe Chàm II-IV. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.

3. Công ty than Hạ Long, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2020). Báo cáo kỹ thuật thành lập lưới khống chế trắc địa, lưới khống chế công trình ngầm, và bản đồ địa hình khu vực Khe Chàm.

4. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2018), Phê duyệt kế hoạch thăm dò và sản lượng năm.

5. Võ Chí Mỹ, Trắc địa mỏ. (2016), Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Công nghệ

6. Bộ Khoa học và Công nghệ (2015). Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam TCVN 10673 về công tác Trắc địa mỏ. Hà Nội.



7. Jarosz, A. and C. Moy. (2016) Error Propagation and Survey Strategies for Long, Underground, Open Traverses. 16th international congress for mine surveying. Brisbane, Australia.
8. Stiros, S.C. (2009). Orientation and alignment of the 5th century bc tunnel of eupalinus at samos (greeCE). Survey review - Directorate of Overseas Surveys, 41(313): p. 218-225.
9. Stiros, S.C., Alignment and breakthrough errors in tunneling. Tunnelling and Underground Space Technology, 2009. 24(2): p. 236-244.
10. Velasco-Gómez, J., et al., Use of the gyrotheodolite in underground networks of long high-speed railway tunnels. Survey review - Directorate of Overseas Surveys, 2016. 48(350): p. 329-337.

### SELECTING SUITABLE SOLUTION AND INTEGRATED MINE-SURVEYING TECHNOLOGIES FOR SERVING TUNNEL DRIVING WITH ONCOMING WORKING FACES IN HA LONG UNDERGROUND COAL MINE

**Vo Ngoc Dung**

*Hanoi University of Mining and Geology*

#### ABSTRACT

*During the construction and expansion of mines, in order to increase the area of driving tunnels and save time, the driving method by heading oncoming meeting working faces is often applied. Alignment of the orientation of tunnel driving of oncoming heading faces is an important work that requires choosing appropriate technical solutions and equipment. Any errors, mistakes or inappropriate technological solutions that do not give enough accuracy will cause that two oncoming faces do not meet each other, then causing production delays, loss of moneys and even deadly danger. This article introduces the results of selecting appropriate, optimal technological solutions and equipment that have ensured the success of the construction process of tunnel driving by two oncoming opposite directions in the Ha Long coal mine with an allowed orientation accuracy of  $M_p = \pm 0.150$  m.*

**Keywords:** *Ha Long coal mine, dig mine working in opposite direction/driving tunnels with oncoming working faces, integrating geodetic technologies.*

**Ngày nhận bài:** 01/12/2023;

**Ngày gửi phản biện:** 05/12/2023;

**Ngày nhận phản biện:** 20/02/2024;

**Ngày chấp nhận đăng:** 25/02/2024.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.

# KINH TẾ TUẦN HOÀN - TỪ LÝ THUYẾT ĐẾN THỰC TIỄN

Võ Chí Mỹ

Hội Khoa học và Công nghệ Môi trường Việt Nam

Võ Ngọc Dũng, Võ Thị Công Chính

Trường đại học Mở-Địa chất

Email: vochimytdm@gmail.com

## TÓM TẮT

Việt Nam đang trong tiến trình thực hiện các mô hình tăng trưởng xanh với phương châm “không đánh đổi môi trường lấy tăng trưởng kinh tế”. Kinh tế tuần hoàn là xu thế tất yếu, là nhân tố quan trọng quyết định nền kinh tế xanh và phát triển bền vững của đất nước. Có nhiều mô hình kinh tế tuần hoàn, tùy thuộc vào đặc điểm cụ thể, mỗi mô hình đều có các ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng riêng. Bài báo trình bày những đặc điểm cơ bản của kinh tế tuần hoàn từ lý thuyết đến thực tiễn; giới thiệu các mô hình kinh tế tuần hoàn và mối quan hệ giữa kinh tế tuần hoàn và nền tảng công nghệ 4.0; phân tích đặc điểm và hiện trạng về ứng dụng kinh tế tuần hoàn trong công nghiệp mô.

**Từ khoá:** mô hình kinh tế tuần hoàn, cách mạng công nghiệp 4.0, kinh tế tuần hoàn trong công nghiệp mô.

## 1. MỞ ĐẦU

Từ buổi bình minh của lịch sử, con người đã khai thác tài nguyên thiên nhiên phục vụ cho sinh kế vì sự tồn tại và phát triển. Ba cuộc cách mạng công nghiệp lần lượt ra đời bắt đầu từ giữa thế kỷ thứ 18 đã đưa nhân loại vào kỷ nguyên phát triển mới với các nền công nghiệp hiện đại. Bắt đầu từ cuối thế kỷ 20, loài người thức tỉnh và lo lắng cho cuộc sống của chính mình và đồng loại khi chứng kiến tình trạng cạn kiệt tài nguyên đồng hành với thảm họa ô nhiễm môi trường do chất thải. Nguyên nhân của tình trạng này là kinh tế tuyến tính. Mô hình kinh tế tuyến tính dựa vào khai thác tài nguyên thiên nhiên, thông qua quá trình sản xuất để tạo ra sản phẩm, con người phân phối, tiêu thụ sản phẩm và loại bỏ chất thải sản sinh ra. Những câu hỏi được đặt ra là: Tại sao không sử dụng công nghệ sao cho hiệu quả sử dụng tài nguyên là lớn nhất, chất thải sản sinh ra ít nhất? Tại sao không tìm cách sử dụng lại chất thải làm nguyên liệu đầu vào để tạo ra sản phẩm khác? Có mô hình kinh tế nào không phụ thuộc hoặc phụ thuộc rất ít vào tài nguyên không?...Những câu hỏi đó là động lực thúc đẩy kinh tế tuần hoàn ra đời.

## 2. NỘI DUNG TRAO ĐỔI

### 2.1. Nhu cầu chuyển đổi sang kinh tế tuần hoàn

Những lý do chính sau đây là nguyên nhân cấp thiết chuyển đổi kinh tế tuyến tính sang kinh tế tuần hoàn [7]:

- Tình trạng cạn kiệt tài nguyên, đặc biệt là tài nguyên không tái tạo, trong khi nhu cầu nguyên liệu đầu vào cho các ngành công nghiệp ngày càng tăng cao. Một số nước nghèo về tài nguyên, nguyên liệu đầu vào phụ thuộc vào các nước khác. Sự ràng buộc về điều kiện chính trị gây khó khăn cho các nước theo đuổi nền kinh tế tuyến tính;

- Thế giới đứng trước thảm họa môi trường do nguyên nhân chất thải, cùng với đó, biến đổi khí hậu ngày càng diễn biến khốc liệt. Giảm thiểu chất thải, giảm thiểu khí nhà kính hướng tới Net Zero là nhu cầu khẩn thiết của nhân loại;

- Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 và chuyển đổi số, các nền tảng công nghệ mới (trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn, internet vạn vật, điện toán đám mây, chuỗi khối, v.v...) là tác nhân đổi mới sáng tạo trong tất cả các giai đoạn từ thiết kế, vận hành sản xuất, tái chế, phân phối và tiêu dùng sản phẩm;

- Nhờ tối ưu hoá quá trình sản xuất, kinh tế tuần hoàn tạo ra năng suất và hiệu quả kinh tế cao, nâng cao thu nhập quốc dân (GDP) và tạo ra nhiều cơ hội việc làm cho xã hội.

Trong những năm gần đây, kinh tế tuần hoàn đã và đang trở thành xu thế tất yếu trong tất cả các quốc gia trên thế giới kể cả các nước phát triển và đang phát triển, trong đó có Việt Nam [4]. Là mô hình kinh tế mới, một lĩnh vực khoa học liên ngành, trên thế giới đã có hàng vài trăm định nghĩa về kinh tế tuần hoàn. Khái niệm và thuật ngữ kinh

tế tuần hoàn được chính thức đưa vào giáo khoa năm 1990 của David Pearce và Kerry Turner. Tiếp theo, đã có rất nhiều tác giả nghiên cứu, đề xuất các khái niệm và mô hình khác nhau về kinh tế tuần hoàn. Cho đến nay, phương pháp tiếp cận và định nghĩa của Tổ chức Ellen MacArthur Foundation [6] được coi là tối ưu và được ứng dụng hầu hết các nước trên thế giới, theo đó, kinh tế tuần hoàn là một hệ thống bao gồm các công đoạn từ thiết kế, sản xuất, tiêu dùng, quản lý và tái sử dụng chất thải (Hình 1).



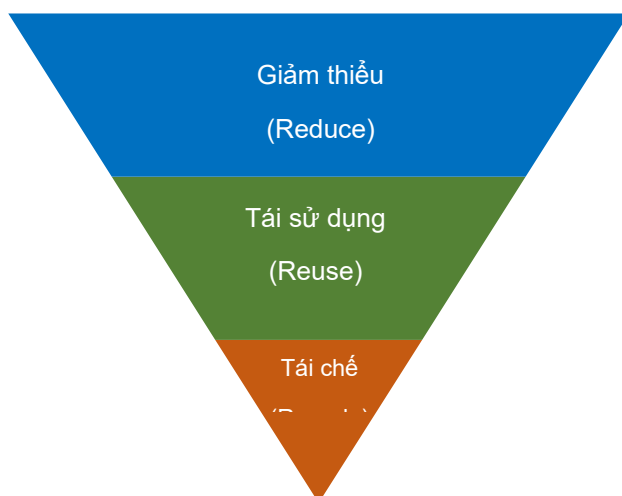
Hình 1. Kinh tế tuyến tính và kinh tế tuần hoàn

Trong nền kinh tế tuần hoàn, hệ thống phân cấp 3R được áp dụng. Đây là hệ thống phân cấp quản lý tài nguyên, cả nguyên liệu thô và chất thải. Ba chữ R có nghĩa là giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế (reduce, reuse, recycle) (Hình 2).

Ưu tiên đầu tiên trong nền kinh tế tuần hoàn là giảm nguyên liệu thô và chất thải. Tiếp theo, là

kéo dài tuổi thọ của nguyên liệu thô bằng cách tái sử dụng. Tái chế là hoạt động cuối cùng trong hệ thống phân cấp 3R. Hiện nay, hệ thống phân cấp 3R đã và đang được sử dụng rộng rãi ở hầu hết các nền kinh tế tuần hoàn các nước trên thế giới và được coi là công cụ hiệu quả để đánh giá các giải pháp đã hoạch định.





Hình 2. Mô hình phân cấp 3R trong kinh tế tuần hoàn

## 2.2. Các mô hình kinh tế tuần hoàn

Cho đến nay, trên thế giới có rất nhiều mô hình kinh tế tuần hoàn. Sau đây là một số mô hình tiêu biểu:

- Mô hình kinh tế phục hồi (Restorative economy): Mô hình kinh tế phục hồi tập trung trọng tâm vào khôi phục, kéo dài vòng đời sản phẩm và nguyên liệu thô. Sản phẩm được thiết kế sao cho có thể dễ dàng sửa chữa và tân trang hoặc thay thế các bộ phận để kéo dài tuổi thọ.

- Mô hình kinh tế chia sẻ (Sharing economy): Theo mô hình này, tài nguyên được khai thác và được chia sẻ, sử dụng chung giữa các công ty, các ngành công nghiệp nhằm nâng cao hiệu quả khai thác và sử dụng tài nguyên, hạn chế sản phẩm dư thừa.

- Mô hình “từ cái nôi đến cái nôi” (Cradle to cradle): “Từ cái nôi đến cái nôi” là sự đối chứng của mô hình “từ cái nôi đến nấm mồ” (Cradle to grave). (Mô hình ‘từ nôi đến nấm mồ’ xem xét các tác động trong từng giai đoạn trong vòng đời của sản phẩm, từ khai thác tài nguyên qua giai đoạn sản xuất, tiêu dùng sản phẩm và cuối cùng thải bỏ). Mô hình từ cái nôi đến cái nôi đề cập công đoạn từ thiết kế sao cho sau khi được sử dụng, sản phẩm được tái chế và sử dụng như là nguyên liệu đầu vào cho các sản phẩm mới.

- Mô hình công nghiệp sinh thái (Ecological industry): Mô hình công nghiệp sinh thái dựa trên một cộng đồng công nghiệp hoặc một khu công nghiệp khép kín bao gồm các các tập đoàn, các

công ty cùng hợp tác chia sẻ các giải pháp sử dụng tiết kiệm tài nguyên, tái sử dụng sản phẩm và chất thải.

- Mô hình kinh tế hiệu suất (Performance economy): Mô hình kinh tế hiệu suất tập trung nâng cao hiệu suất và kéo dài tuổi thọ sản phẩm. Thay vì sở hữu sản phẩm, người tiêu dùng có thể thuê hoặc sử dụng dịch vụ. Các công ty và tập đoàn công nghiệp chú trọng vào cung cấp dịch vụ sửa chữa, bảo trì thay vì tập trung cho lợi tức tiêu thụ sản phẩm.

- Mô hình mô phỏng sinh học (Biomimicry Economy): Mô hình này dựa trên sự mô phỏng tự nhiên. Hệ thống kinh tế được thiết kế và vận hành tương tự như tự nhiên tạo ra. Mô hình mô phỏng sinh học lấy cảm hứng từ các quá trình sinh học, hệ thống sinh thái và các tổ chức tự nhiên để tạo ra các sản phẩm.

Trên đây, là một số mô hình kinh tế tuần hoàn tiêu biểu đang được sử dụng ở một số nước trên thế giới. Tùy thuộc vào mức độ phát triển của từng nước, các đặc điểm điều kiện tự nhiên và kinh tế-xã hội, lĩnh vực áp dụng, quy mô và phạm vi ứng dụng các mô hình có thể áp dụng độc lập hoặc kết hợp. Mỗi mô hình đều có những ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng riêng [1,9].

## 2.3. Kinh tế tuần hoàn và Cách mạng Công nghiệp 4.0

Nền kinh tế tuần hoàn và Cách mạng Công nghiệp 4.0 là hai khái niệm khác biệt nhưng ngày càng liên kết với nhau. Để vượt qua các thách thức, hướng mục tiêu phát triển bền vững, việc tận dụng các nền tảng Công nghệ 4.0 và chuyển đổi số để chuyển đổi nền kinh tế tuyến tính sang kinh tế tuần hoàn là xu thế tất yếu. Kinh nghiệm nghiên cứu ứng dụng đã minh chứng vai trò của các nền tảng Công nghệ 4.0 trong kinh tế tuần hoàn và đã rút ra được một số hiệu quả sau đây:

- Chuyển đổi số cho các giải pháp tuần hoàn: Các nền tảng Công nghệ 4.0 cho phép tối ưu hóa các hoạt động tuần hoàn, truy xuất nguồn gốc và giám sát sản phẩm, nhằm quản lý tốt hơn các nguồn tài nguyên và chất thải.

- Hiệu quả sử dụng tài nguyên: Các công nghệ 4.0 góp phần cải thiện hiệu quả sử dụng tài nguyên trong các quy trình sản xuất. Các cảm biến internet vạn vật cho phép giám sát sử dụng tài nguyên theo

thời gian thực, giúp phân bổ hợp lý, giảm lãng phí tài nguyên.

- Quản lý vòng đời sản phẩm: Trí tuệ nhân tạo có thể phân tích chính xác dữ liệu từ nhiều điểm trên dây chuyền sản xuất, tối ưu hóa quy trình; thu thập dữ liệu và lịch sử của sản phẩm, tạo điều kiện cho việc sửa chữa, cải tạo và tái chế;

- Kết nối công nghệ: Công nghệ 4.0 tích hợp các yếu tố khác nhau trong chuỗi cung ứng, sử dụng tiết kiệm tài nguyên và giảm thiểu chất thải. Thực thể ảo, rô-bốt thông minh, tự động hoá, phân tích dữ liệu lớn cho phép quản lý linh hoạt, tối ưu hoá các quy trình.

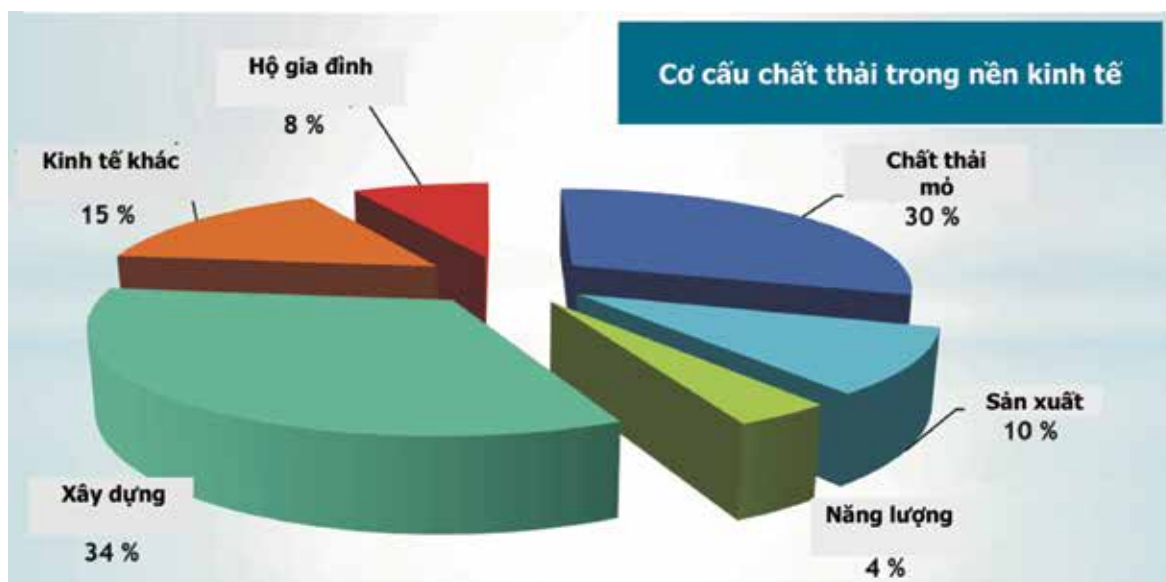
- Hỗ trợ tái sử dụng: Công nghệ 4.0 có thể hỗ trợ tái tạo sản phẩm, đưa một sản phẩm đã qua sử dụng trở lại tình trạng như mới theo yêu cầu, kéo dài tuổi thọ của sản phẩm.

- Truy xuất dữ liệu: Dữ liệu cung cấp cho người tiêu dùng thông tin chi tiết về sản phẩm, nguồn gốc và lịch sử của tài nguyên, nguyên liệu đầu vào, khối lượng và đặc điểm phát thải, v.v...cho phép người tiêu dùng nhận biết lý lịch của sản phẩm để lựa chọn tiêu dùng bền vững.

Kinh tế tuần hoàn và cách mạng công nghiệp 4.0 có mối liên hệ với nhau và thúc đẩy lẫn nhau. Kinh tế tuần hoàn là nhân tố thúc đẩy mục tiêu xã hội bền vững. Cách mạng Công nghiệp 4.0 cung cấp công cụ đẩy nhanh việc áp dụng và triển khai các nguyên tắc tuần hoàn cả ở tầm vĩ mô (quốc gia), trung mô (địa phương) và vi mô (doanh nghiệp), nhanh chóng chuyển đổi nền kinh tế tuyến tính truyền thống sang kinh tế tuần hoàn hướng đến một nền kinh tế hiệu quả và bền vững [3,10].

#### 2.4. Kinh tế tuần hoàn trong công nghiệp mỏ

Trên thế giới đã và đang có nhiều công trình nghiên cứu và triển khai ứng dụng kinh tế tuần hoàn trong công nghiệp mỏ. Hoạt động khai thác mỏ bao gồm các công đoạn từ thăm dò, xây dựng, khai thác và đóng cửa mỏ. Quy mô khai thác khoáng sản ngày càng mở rộng, sản lượng ngày càng lớn thì chất thải mỏ ngày càng nhiều kể cả chất thải từ quá trình khai thác và do quá trình tuyển quặng. Thống kê của thế giới cho thấy rằng: trong cơ cấu chất thải của các nước công nghiệp mỏ phát triển, chất thải mỏ chiếm đến 30% (Hình 3).



**Hình 3. Tỷ lệ chất thải mỏ trong các nước công nghiệp mỏ phát triển**

Kinh tế tuần hoàn trong công nghiệp mỏ có nhiều nội dung cụ thể khác nhau, từ tân trang, tái sử dụng nguyên vật liệu, vật tư, thiết bị mỏ đến tái chế chất thải tạo ra các sản phẩm khác. Hai hướng hoạt động chính được các nước trên thế giới tập trung nghiên cứu triển khai [8], bao gồm:

- Phục hồi và tái sử dụng các hình thái địa hình nhân sinh và các công trình sau khai thác mỏ;
- Tái chế chất thải tạo ra nguyên liệu đầu vào cho các sản phẩm mới.

#### 2.4.1. Phục hồi tái sử dụng các hình thái địa hình nhân sinh và công trình mở

Trong công nghệ khai thác mỏ, đặc biệt là khai thác lộ thiên, quá trình đào xẻ và chuyển dời một khối lượng đất đá lớn đã tạo ra các hình thái địa hình nhân sinh tồn tại vĩnh cửu trên một diện tích rộng lớn, tiêu biểu là khai trường (moong) và bãi thải. Tùy thuộc vào loại hình khoáng sản, phương pháp khai thác, sự biến đổi địa hình theo chiều thẳng đứng cũng khác nhau.

a) *Phục hồi tái sử dụng khai trường*: Từ nhu cầu phục vụ cuộc sống kinh tế hoặc sinh hoạt văn hoá - thể thao, giải trí của địa phương mà các phương án cải tạo tái sử dụng khai trường sau khai thác mỏ cũng khác nhau như: lấp đầy, san phẳng moong, cải tạo thành đất canh tác nông nghiệp, cây công nghiệp; cải tạo thành hồ chứa nước tưới tiêu, v.v... Đối với các khai trường có diện tích lớn và sâu, moong khai thác được cải tạo thành hồ điều hoà, bể bơi, nơi vui chơi giải trí cho công nhân mỏ và cư dân địa phương là phương án phổ biến.

b) *Phục hồi tái sử dụng bãi thải*: Tùy theo độ cao, vị trí và mục đích sử dụng đất, đặc điểm cơ lý đất đá thải, bãi thải mỏ đã và đang được cải tạo tái sử dụng theo hướng đất canh tác nông nghiệp, trồng rừng; xây dựng khu tái định cư, các công trình phúc lợi cộng đồng, khu vui chơi giải trí, v.v...

c) *Phục hồi tái sử dụng các công trình mỏ*: Trong khai thác hầm lò, có hai loại công trình mỏ bao gồm công trình hầm lò để thu hồi khoáng sản như giếng đứng, giếng nghiêng, lò bằng, lò dọc vỉa, lò xuyên vỉa, lò chợ, v.v... và các công trình phụ trợ như văn phòng, bến bãi, xưởng tuyển, kho chứa, v.v... Tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng, vị trí, đặc điểm của công trình, sau khi kết thúc mỏ, các công trình này được cải tạo tái sử dụng cho các mục đích khác nhau kể cả san lấp xây dựng dân dụng, cải tạo thành đất canh tác hoặc tái sử dụng các đường lò cũ làm nơi chôn lấp rác thải. Tại thành phố mỏ Katowice của Ba Lan, ba công trình lớn được cải tạo xây dựng từ các công trình mỏ là Viện bảo tàng Sledzi, Nhà hát giao hưởng dân tộc, đặc biệt là Trung tâm hội nghị quốc tế (nơi đã diễn ra Hội nghị chống biến đổi khí hậu COP-24) được cải tạo, phục hồi từ một giếng đứng mỏ Katowice.

Trong tất cả các quốc gia có công nghiệp mỏ phát triển trên thế giới, cải tạo và phục hồi các hình

thái địa hình nhân sinh và các công trình mỏ sau khi đóng cửa mỏ là yêu cầu pháp lý đối với các dự án khai thác. Thông thường, các đề án phục hồi tái sử dụng đất mỏ được đánh giá theo chỉ số  $I_p$  [5]:

$$I_p = \frac{G_m - G_p}{G_c}$$

trong đó:

- $I_p$  - chỉ số phục hồi tái sử dụng đất;
- $G_m$  - giá trị đất sau khi phục hồi tái sử dụng;
- $G_p$  - tổng chi phí phục hồi;
- $G_c$  - giá trị nguyên thủy của đất trước khi mở mỏ.

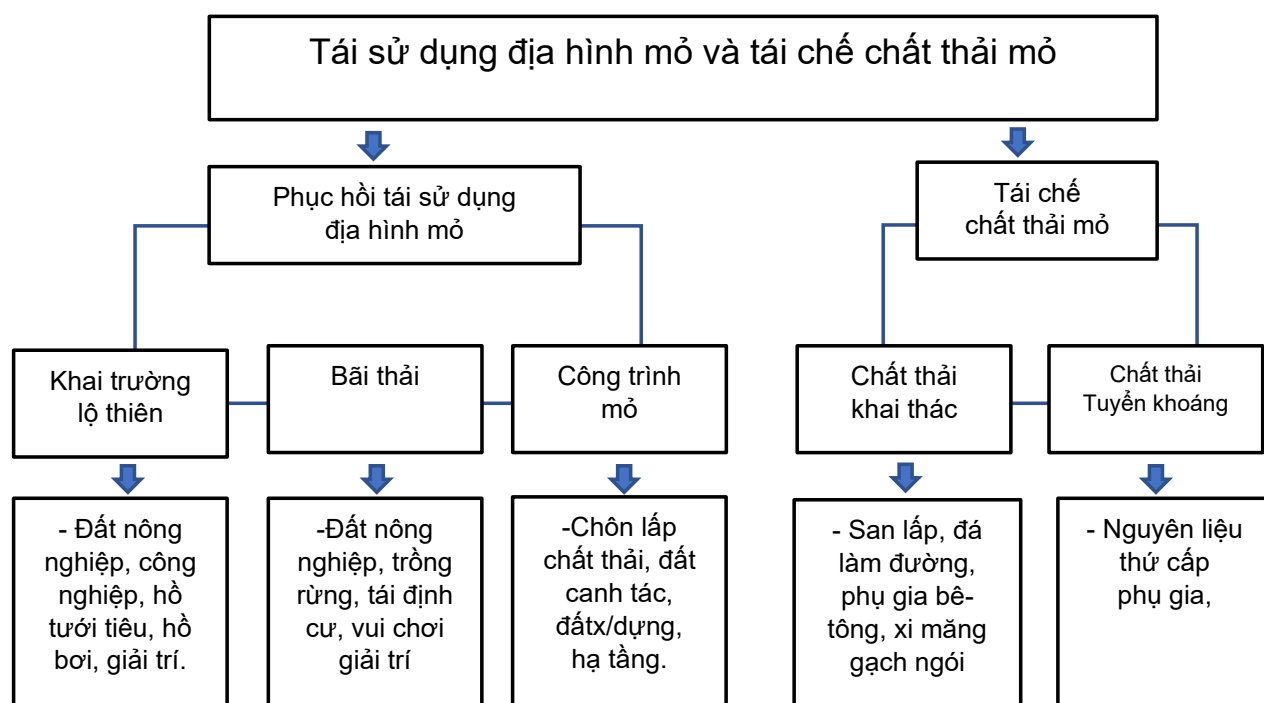
Yêu cầu tối thiểu là phải trả lại giá trị sử dụng đất tối thiểu bằng trạng thái tự nhiên trước khi có hoạt động khai thác mỏ. Kinh nghiệm trên thế giới cho thấy rằng: Kết quả của các chương trình cải tạo tái sử dụng các hình thái địa hình nhân sinh và công trình mỏ đã và đang đem lại các kết quả rất đáng khích lệ. Nhiều vùng đất hoặc công trình mỏ được tái sử dụng có giá trị cao hơn nhiều so với giá trị nguyên thủy của chúng

#### 2.4.2. Tái chế chất thải mỏ

Chất thải mỏ có thể chia làm hai loại: chất thải trong quá trình khai thác và chất thải trong quá trình tuyển quặng.

a) *Tái chế chất thải khai thác*: Cho đến nay, đã có nhiều công trình nghiên cứu tái chế đất đá thải làm nguyên liệu đầu vào cho các công nghiệp khác. Đặc điểm cơ lý đá, thành phần thạch học-khoáng vật, cỡ hạt, các chỉ số kháng cắt, kháng nén, v.v... là các tiêu chí quyết định mục tiêu ứng dụng đất đá thải. Sau các công đoạn: Phân loại, nghiền hạt, trộn với các nguyên liệu khác, đất đá thải sẽ được sử dụng làm vật liệu san lấp địa hình, đường giao thông, làm đê kè chắn sóng, sản xuất xi măng, phụ gia bê tông, v.v...

b) *Tái chế chất thải tuyển quặng*: Tùy thuộc vào loại hình khoáng sản và phương pháp tuyển, chất thải sau quá trình tuyển khoáng được xử lý và tận thu nguyên liệu thứ cấp, sản xuất chất phụ gia. Chương trình ENVIREE (ENVironmentally extraction of Rare Earth Elements from secondary sources) nhằm động viên các nghiên cứu và giải pháp thu hồi đất hiếm từ chất thải sau quá trình tuyển khoáng.



Hình 4. Một số giải pháp tái sử dụng và tái chế trong công nghiệp mỏ

### 3. KẾT LUẬN

Kinh tế tuần hoàn là xu hướng tất yếu của thế giới và ở Việt Nam. Có nhiều mô hình kinh tế tuần hoàn khác nhau sử dụng cho các ngành, các lĩnh vực từ quy mô quốc gia, địa phương và doanh nghiệp. Mỗi mô hình đều có những ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng riêng. Cách mạng Công nghiệp 4.0, chuyển đổi số với các nền tảng công nghệ hiện đại là cơ sở đổi mới sáng tạo là cơ hội để kinh tế tuần hoàn phát

triển. Cần xây dựng bộ tiêu chuẩn (standards) [2] và tiêu chí (indicators) đánh giá kinh tế tuần hoàn để phân tích, đánh giá ưu nhược điểm, hiệu quả của kinh tế tuần hoàn làm cơ sở điều chỉnh, bổ sung để nền kinh tế tuần hoàn phát triển đúng trọng tâm, toàn diện và sâu sắc. Nhà nước Việt Nam cần có các văn bản pháp luật, các chế tài cụ thể, hành lang pháp lý để động viên và tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của kinh tế tuần hoàn □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thế Chính, Lại Văn Mạnh, Nguyễn Hoàng Nam (2019), Các mô hình kinh tế tuần hoàn Việt Nam: Cơ hội định hướng phát triển, Viện chiến lược, chính sách tài nguyên và môi trường.
2. Nguyễn Trọng Hạnh, Lại Văn Mạnh và nnk (2023), Vai trò, xu hướng áp dụng các tiêu chuẩn để thúc đẩy thực hiện kinh tế tuần hoàn và khuyến nghị cho Việt Nam, Viện chiến lược, chính sách tài nguyên và môi trường.
3. Võ Chí Mỹ (2023), Chuyển đổi số trong công nghiệp mỏ, Tạp chí Công nghiệp mỏ số 1/2023.
4. Quyết định số 687/QĐ-TTg (2022), Quyết định phê duyệt đề án phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.
5. Hướng dẫn kỹ thuật xây dựng dự án cải tạo phục hồi môi trường sau khi kết thúc khai thác của dự án khai thác mỏ lộ thiên (2011), Tổng cục môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
6. Ellen MacArthur Foundation (2015), Towards the circular economy; Ellen MacArthur Foundation, UK.



7. Furkan Sariatli (2017), Linear economy versus circular economy: a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability, Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development.

8. Kudelko J. (2018), Effectiveness of mineral waste management. International Journal of Mining, Reclamation and Environment.

9. Marcos Ferasso (2020), Circular economy business models: The state of research and avenues ahead, Journal of Business Strategy and the Environment.

10. Ricardo Luiz Perez Teixeira, Cynthia Bouças Teixeira et al (2022), The circular economy in the age of the 4th industrial revolution -the use of technology towards transition, Journal of Management & Technology.

## CIRCULAR ECONOMY - FROM THEORY TO PRACTICE

**Vo Chi My, Vo Ngoc Dung, Vo Thi Cong Chinh**  
*Hanoi University of Mining and Geology*

### ABSTRACT

*Vietnam is currently in the process of implementing green growth models with the motto “not exchanging the environment for economic growth”. The circular economy is an inevitable trend and a crucial factor determining the country’s green economy and sustainable development. There are various circular economy models, each tailored to specific characteristics, with its own set of advantages, disadvantages, and application conditions. This report presents the fundamental characteristics of the circular economy from theory to practice, introduces various circular economy models, and explores the relationship between the circular economy and 4.0 technology platforms. Furthermore, it analyzes the characteristics and current status of circular economy applications in the mining industry.*

**Keywords:** *circular economy models, fourth industrial revolution, circular economy applications in the mining industry.*

**Ngày nhận bài:** 03/9/2022;

**Ngày gửi phản biện:** 05/9/2022;

**Ngày nhận phản biện:** 20/9/2022;

**Ngày chấp nhận đăng:** 25/9/2022.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** *Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.*